Aus der Nuklearmedizinischen Abteilung
des Strahleninstitutes der Universität Tübingen
(Direktor: Professor Dr. med. W. Frommhold)
und der Kinderklinik der Universität Tübingen
(Direktor: Professor Dr. med. J. R. Bierich)

Nierengröße bei kindlichen Nephropathien vorwiegend entzündlicher Genese

Vergleichende Untersuchung zwischen Röntgenbild und Isotopennephrogramm

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Silke Madee, geb. Löwisch
aus Meran

1970

Aus der Nuklearmedizinischen Abteilung
des Strahleninstitutes der Universität Tübingen
(Direktor: Professor Dr. med. W. Frommhold)
und der Kinderklinik der Universität Tübingen
(Direktor: Professor Dr. med. J. R. Bierich)

Nierengröße bei kindlichen Nephropathien vorwiegend entzündlicher Genese

Vergleichende Untersuchung zwischen Röntgenbild und Isotopennephrogramm

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von

Silke Madee, geb. Löwisch
aus Meran

1970

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Professor Dr. med. J. Hirschmann

1. Berichterstatter: Professor Dr. med. U. Feine
2. Berichterstatter: Professor Dr. med. W. Frommhold

FOTODRUCK PRÄZIS Barbara v. Spangenberg KG • Tübingen

Inhaltsverzeichnis

Seite

Einleitung und Problemstellung.....1

A. Nierengröße im Röntgenbild.....4

1.) Technische Voraussetzungen.....4

2.) Gewinnung der Meßdaten.....5

B. Auswertung der zugehörigen Isotopen-nephrogramme.....9

1.) Definition und technische Daten.....9

2.) Interpretation des ING.....10

3.) Untersuchungsergebnisse.....13

C. Korrelation zwischen ING-Befunden und Nierengröße.....16

D. Diskussion der Ergebnisse.....21

E. Therapeutische Aspekte.....29

F. Zusammenfassung.....31

Literaturverzeichnis.....32

Nierengröße bei kindlichen Nephropathien
vorwiegend entzündlicher Genese.
Vergleichende Untersuchung zwischen Röntgenbild
und ING.

Einleitung und Problemstellung.

Es besteht seit längerer Zeit die Gewißheit, daß bei der Mehrzahl der Patienten, die die typischen Komplikationen einer chronischen Nephropathie aufweisen, - namentlich Hochdruck, Nierenversagen, Kreislaufinsuffizienz und Urämie, - der Beginn der Erkrankung schon in frühester Kindheit zu suchen ist, jedoch nicht erkannt worden war (4, 8, 10 u.a.).
Neben den glomerulären müssen vor allem die tubulären Nephropathien für frühkindliche Pyurien und damit für eventuell auftretende Komplikationen verantwortlich gemacht werden.

Der Begriff Pyurie wurde 1921 von KLEINSCHMIDT gewählt. Er beinhaltet keinen Hinweis auf die Lokalisation des Prozesses, sondern soll als Symptom dafür verstanden werden, daß das funktionell einheitliche urologische System in seiner Gesamtheit betroffen ist (7).
Oft sind es angeborene Fehlbildungen der abführenden Harnwege, die zum Harnstau führen und damit eine Infektion der Harnwege begünstigen, die im Kindesalter

ohnehin relativ häufig ist (8).
Unter diese Fehlbildungen sind Ureterstrikturen, Ureterocelen, Knickung, Klappenbildung u.a. zu rechnen. Auch die Hydronephrose resultiert aus einer Obstruktion und führt zu tubulärer Insuffizienz.
Fast immer ist als Folge einer nicht oder nur unvollständig behandelten Pyurie die chronische Pyelonephritis zu erwarten. Es kommt zu glomerulärer Fibrose, Hyalinisierung (7) und - im späteren Verlauf - zu den eingangs erwähnten Komplikationen durch Entstehung einer Schrumpfniere.
Dies zeigt deutlich, wie wichtig es ist, die Diagnose einer Pyelonephritis so früh wie möglich zu stellen, um mit einer rechtzeitigen antibiotischen Therapie jenen Komplikationen vorbeugen zu können und irreparable Parenchymschäden, die durch Stau und Entzündung verursacht wurden, zu vermeiden.
Doch die Erkrankung verläuft schleichend, ihre Symptomatik ist unbestimmt (10), und häufig ist es bei der Erstuntersuchung einer "Pyurie" schon zu einer Chronifizierung und Beteiligung des Nierenparenchyms gekommen (8).

Bis 1959 wurde das klassische Kriterium einer chronischen Pyelonephritis,- eine kleine narbige Schrumpfniere,- weitgehend bei der Autopsie gefunden (4). Verschiedene Autoren untersuchten die Häufigkeit

pyelonephritischer Narben im Nierengewebe und erhielten bei Autopsien eine Rate von 15% der Gesamtautopsiefälle (11, 12).
HODSON erkannte, daß die Diagnose anhand des i.v. Pyelogrammes gestellt werden kann: die chronische Pyelonephritis läßt sich an den narbigen Einziehungen des Nierenparenchyms erkennen, die sich röntgenologisch als unregelmäßig eingekerbter Umriß des Nierenschattens darstellen (4), oder, in leichteren Fällen, mit einer Tonusveränderung von Nierenbecken und Harnleiter einhergehen (10). Weitere röntgenologische Zeichen einer Pyelonephritis wären in einer "funktionellen Störung mit Änderung der Kontrastmittelausscheidung" (10), in der Verplumpung der Kelche und Kelchhälse und in einer Einziehung des Nierenbeckens zu sehen.

Es war von uns zu untersuchen, ob bei den genannten kindlichen Nephropathien eine Korrelation zwischen der Abweichung der Nierengröße von der Norm und dem pathologischen Ausfall des ING für die einzelne Niere besteht, ob die Abweichung altersabhängig ist und wie sich die gegenseitige Niere verhält.

A. Nierengröße im Röntgenbild.

1.) Technische Voraussetzungen.

Das i.v. Pyelogramm gibt ein Röntgenbild der Harnwege, speziell des Nierenbeckens wieder, und läßt meist die Nierenumrisse erkennen.

Die Methode beruht auf der Ausscheidung eines jodhaltigen Kontrastmittels über der Niere. Das Pyelogramm zeigt Strukturveränderungen des Nierenhohlraumsystems in Größe und Gestalt und bedingt auch des Nierenparenchyms selbst. Es besitzt also morphologischen Aussagewert (13) und kann nur beschränkt Angaben über die Funktion der Nieren machen.

In der Universitätskinderklinik Tübingen wurde den Patienten nach einer Leeraufnahme, die eventuell vorhandene schattengebende Konkremente zeigen sollte, 20 ccm 76%iges Urografin i.v. injiziert. Die Kinder waren nüchtern und mit Dulcolax abgeführt. Knaben erhielten einen Gonadenschutz.

Die erste Aufnahme erfolgte nach 9 Minuten; wenn angezeigt, eine zweite nach 30 Minuten oder später.

Der Abstand Fokus-Film betrug 1,10 m. Es wurde bei 70 kV-Ausgangsspannung mit Belichtungsautomatik gearbeitet.

2.) Gewinnung der Meßdaten.

Unsere Zusammenstellung umfaßt eine willkürliche Auswahl von 576 normalen und pathologischen i.v. Pyelogrammen. Die Kinder waren im Alter von 1-168 Monaten (0-14 Jahre), das Geschlecht blieb unberücksichtigt.

Nach Einteilung in die verschiedenen Altersklassen ergab sich folgende Gruppierung:

Tabelle 1

Alter			mittleres Alter in Monaten	Anzahl
I	1-3	Mon.	(2)	35
II	4-6	Mon.	(5)	19
III	7-9	Mon.	(8)	19
IV	10-12	Mon.	(11)	20
V	13-18	Mon.	(15)	23
VI	19-24	Mon.	(21)	27
VII	25-36	Mon. (2-3 J.)	(30)	43
VIII	37-48	Mon. (3-4 J.)	(42)	67
IX	49-72	Mon. (4-6 J.)	(60)	110
X	73-96	Mon. (6-8 J.)	(84)	88
XI	97-120	Mon. (8-10 J.)	(108)	75
XII	121-144	Mon. (10-12 J.)	(132)	31
XIII	145-168	Mon. (12-14 J.)	(156)	12
und als zusammengefaßte Gruppe				
XIV	169-539	Mon. (14-45 J.)	(216)	7

Um die Meßdaten zu erhalten, pausten wir die Nierenumrisse vom Röntgenbild des i.v. Pyelogramms ab. Die gesamte Nierenfläche (F ges.) und das Hohlraumsystem wurden planimetriert und die Differenz beider Flächen gebildet. Der erhaltene Wert gibt die Parenchymgröße an. Die größte Länge und größte Breite wurden nach vorliegender Abb. bestimmt.

ABB.1

Wir differenzierten nach rechter und linker Niere und bildeten aus ihrem Mittelwert den Wert: "Niere gesamt".

Von den Meßreihen: Länge, Breite, Gesamtfläche und Parenchymfläche wurde für jede Altersgruppe Mittelwert, Vertrauensintervall und Varianz berechnet und graphisch dargestellt.

Wir errechneten die genannten Parameter nach folgenden Formeln:

für den Mittelwert

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x_i}{N}$$

für den Vertrauensintervall

$$V_{t\ 95} = \bar{x} \pm t\sqrt{\frac{\sigma^2}{N}}$$

und für die Varianz

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma x_i^2 - \frac{(\Sigma x_i)^2}{N}}{(N-1)}}$$

$\bar{x}$ = Mittelwert

Σx_i = Summe aller Werte

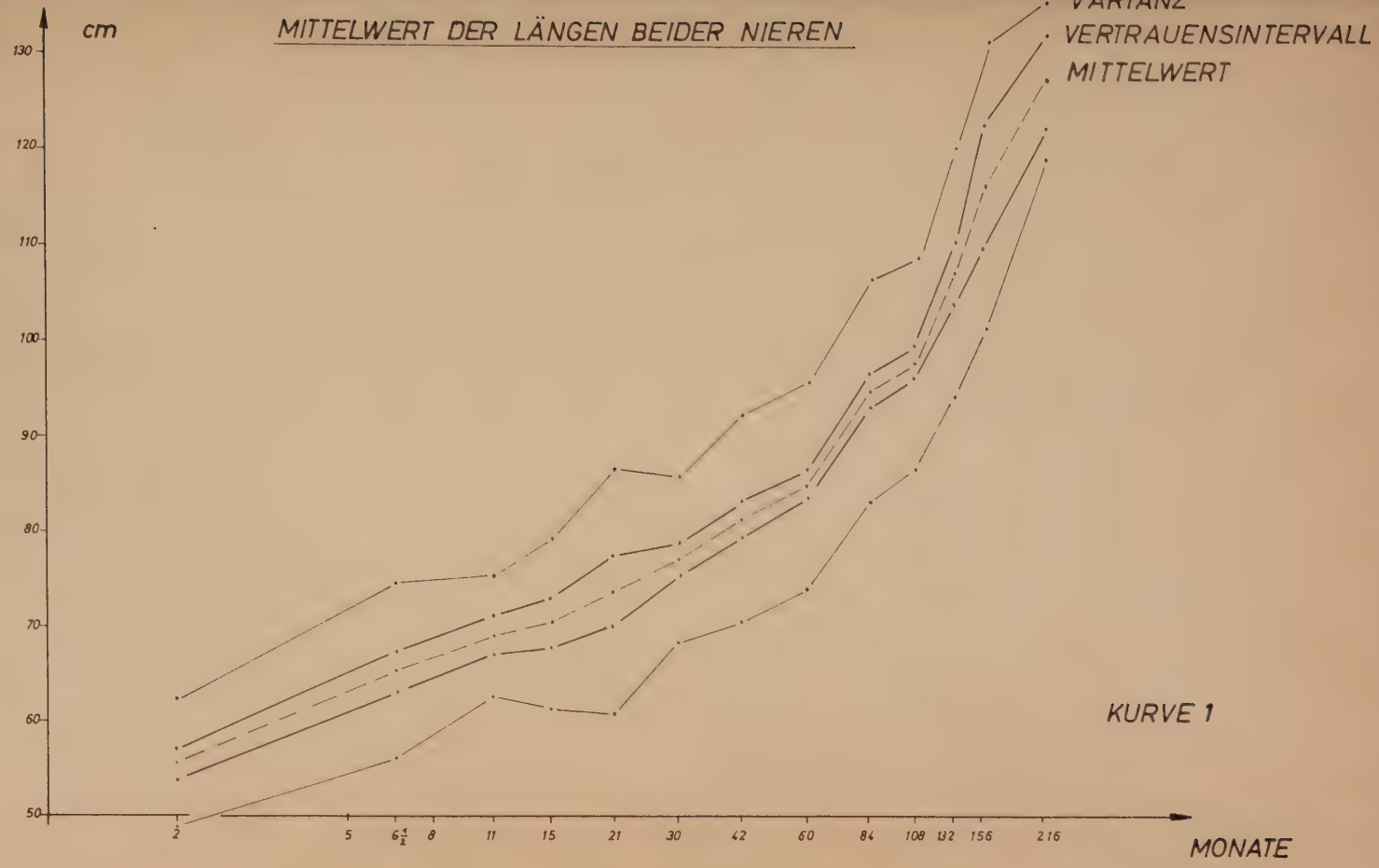
N = Anzahl

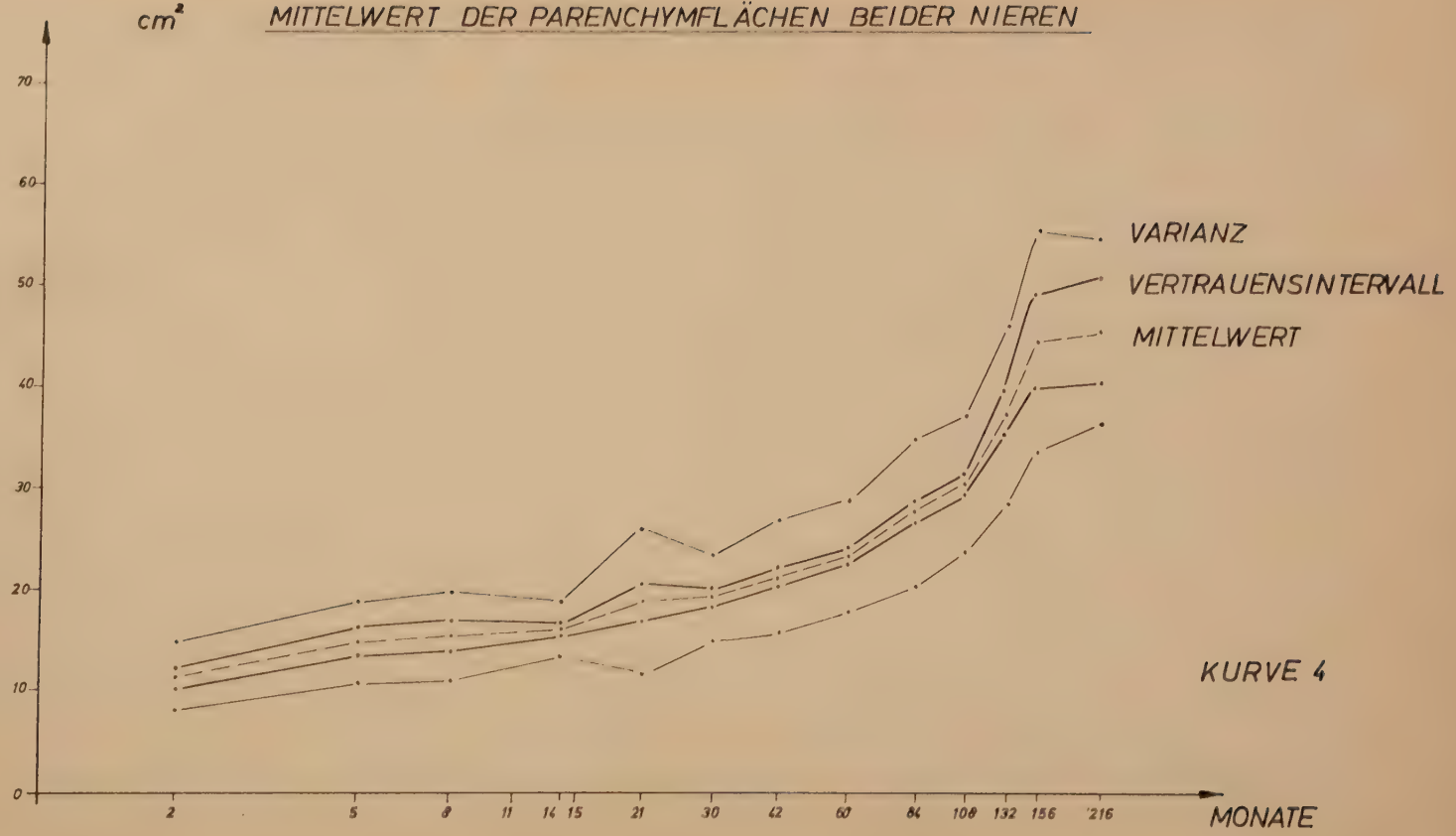
σ = Varianz

Der Wert t wurde den wissenschaftlichen Tabellen aus der Reihe "Documenta Geigy" entnommen (Signifikanzschranken der STUDENT-Verteilung).

Wir haben das Alter halblogarithmisch gegen die Meßwerte aufgetragen und erhielten die Kurven 1-4.

Um den Anteil des eigentlichen Nierenparenchyms an der Gesamtfläche zu veranschaulichen, bildeten wir von allen gemessenen Nieren den Quotienten Gesamtfläche/ Parenchym.
Es stellte sich heraus, daß dieser Quotient, unabhängig vom Alter, einen recht konstanten Wert bildet. Der Mittelwert aller Quotienten betrug 1,37, sein Vertrauensintervall ± 0,31.


MITTELWERT DER LÄNGEN BEIDER NIEREN
cm
VARIANZ
VERTRAUENSINTERVALL
MITTELWERT
130
120
110
100
90
80
70
60
50
2
5
6 1/2
8
11
15
21
30
42
60
84
108
132
156
216
MONATE
KURVE 1


cm²
MITTELWERT DER PARENCHYMFLÄCHEN BEIDER NIEREN
70
60
50
40
30
20
10
0
2
5
8
11
14
15
21
30
42
60
84
108
132
156
216
MONATE
VARIANZ
VERTRAUENSINTERVALL
MITTELWERT
KURVE 4

B. Auswertung der zugehörigen Isotopennephrogramme.

1.) Definition und technische Daten.

Das Radioisotopennephrogramm wurde 1956 von TAPLIN und WINTER in die Klinik eingeführt, nachdem KIMBEL gleichzeitig die Methode tierexperimentell verwandt hatte.

Es ist - nach WEBER (13) - "eine Methode zur seitengetrennten Funktionsprüfung beider Nieren und ihrer exkretorischen Ausführungsgänge, bei der nach einer intravenösen Injektion eines radioaktiven (meist mit Jod-131 markiertem) nierenpflichtigen Kontrastmittels in kleiner Menge mit Hilfe zweier Szintillationszähler fortlaufend von außen die Durchblutung, die Ausscheidungs- und Exkretionsleistung während 10-25 Minuten bestimmt werden können".

2.) Interpretation des ING (nach FEINE u. Mitarb. (1)).

Das typische Bild eines ING gibt die Abb. 2 wieder:

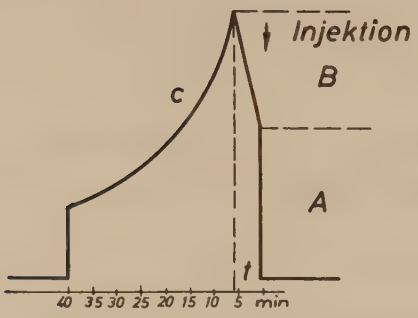


Abb. 2

aus (1), S.147

Die Aktivitätskurve wird in 3 Phasen aufgeteilt:

a) Initialphase: Die radioaktive Substanz gelangt 20-30 sec. nach der Injektion ins Nierenparenchym und ruft dort einen steilen Aktivitätsanstieg hervor.
Eine erniedrigte Initialphase wird immer dann angetroffen, wenn das funktionstüchtige Nierenparenchym verkleinert und das Organblutvolumen eingeschränkt ist.

b) Funktionsphase: Auf die steile Initialphase folgt die etwas langsamer ansteigende Funktionsphase (30-60 sec. nach Injektion). Jetzt erfolgt die Konzentration der radioaktiven Substanz im Nierenparenchym gegenüber dem Blut. Das Maximum der Kurve ist bei normaler Nierenfunktion nach 5-6 Minuten erreicht.
Pathologische Aktivitätskurven zeigen einen abgeflachten Anstieg, ferner verspätetes oder fehlendes Maximum (kontinuierlicher Anstieg). Diese Kriterien weisen auf eine verminderte tubuläre Konzentration der markierten Substanz oder auf verminderte Durchblutung hin.
Je flacher der Anstieg ist, desto geringer ist die Funktion. Eine eingeschränkte bis fehlende Funktion ist bei Pyelonephritis,

Uretersteinen, Hydronephrose, Schrumpfniere und Nierentuberkulose anzutreffen (WEBER).

c) Abflußphase: An dem Abfall der Aktivitätskurve nach dem erreichten Maximum in der Funktionsphase läßt sich der Beginn der Abflußphase erkennen.
Sie ist - nach GARNETT (2) - dadurch gekennzeichnet, daß die ausgeschiedene Menge des radioaktiven Stoffes die antransportierte übertrifft.
Als pathologisch werden die Abflußphasen angesehen, bei denen der Abfall verzögert oder gar nicht einsetzt (Plateau) oder sogar ein kontinuierlicher Kurvenanstieg verzeichnet wird. -
Zeitpunkt und Art des Aktivitätsabfalls werden im wesentlichen von der tubulären Transportgeschwindigkeit, der renalen Durchblutung und eventuellen Abflußhindernissen im Hohlraumsystem beeinflußt. Die Abflußphase des ING kann jedoch nicht in parenchymatöse und pelvine Phase unterschieden werden, so daß ein intratubulär verzögerter Urintransport das gleiche Bild bietet wie eine durch pelvine Faktoren verursachte Verzögerung (extrarenale Abflußbehinderung).

Insgesamt gesehen, können wir aus dem ING in der Initial- und Funktionsphase die Funktion der Einzelniere in der tubulo-sekretorischen Leistung und in der Abflußphase die durch parenchymatöse und pelvine Faktoren beeinflußte Ausflußzeit der radioaktiven Substanz ablesen.

3.) Untersuchungsergebnisse.

Aus der Gesamtzahl der 576 Kinder, deren i.v. Pyelogramme von uns ausgewertet wurden, war von 190 Kindern zum Zeitpunkt des Pyelogramms ein ING angefertigt worden.
Die Verteilung dieser von uns untersuchten ING auf die 14 Altersklassen ergab:

Tabelle 2

In Klasse	Alter		Anzahl der ING
I	1-3 Mon.		3
II	4-6 Mon.		2
III	7-9 Mon.		1
IV	10-12 Mon.		3
V	13-18 Mon.		5
VI	19-24 Mon.		3
VII	25-36 Mon.	(2-3 J.)	11
VIII	37-48 Mon.	(3-4 J.)	17
IX	49-72 Mon.	(4-6 J.)	45
X	73-96 Mon.	(6-8 J.)	37
XI	97-120 Mon.	(8-10 J.)	32
XII	121-144 Mon.	(10-12 J.)	18
XIII	145-168 Mon.	(12-14 J.)	7
XIV	169-539 Mon.	(14-45 J.)	6

Wir teilten die Befunde wie folgt ein:

Initialphase:	normal
	erniedrigt
Funktionsphase:	zeitgerecht, normaler Anstieg
	zeitgerecht, abgeflacht
	verspätet, normaler Anstieg
	verspätet, abgeflacht
	kontinuierlicher Anstieg
Abflußphase:	normal
	normal mit Wiederanstieg
	stufenförmig
	abgeflacht, verzögert
	abgeflacht mit Wiederanstieg
	bogenförmig
	Plateau
	Blutkurve

Die Untersuchung ergab:

58 beidseitig normale ING
65 einseitig pathologische ING
67 doppelseitig pathologische ING

wobei als "pathologisch" alle Abweichungen von der Norm in Initial-, Funktions- und/oder Abflußphase gewertet wurden. In der Mehrzahl der Fälle handelte es sich um Kurven mit verspätetem Maximum und abgeflachtem

Anstieg (typisch für chronische Pyelonephritis) oder um einen normalen Kurvenverlauf, der jedoch im Ganzen erniedrigt war: narbiger Ausheilungszustand eines Parenchymschadens.

Isoliert krankhafte Befunde in der Abflußphase traten nur in zwei Fällen auf.

C. Korrelation zwischen ING-Befund und Nierengröße.

Wie schon erwähnt, wird das i.v.Pyelogramm, mit dessen Hilfe wir unsere Meßdaten erhielten, vorwiegend zur morphologischen Diagnostik verwandt, wogegen das ING Aussagen über die Funktion der Niere macht. Die beiden Untersuchungsverfahren ergänzen sich daher und es sind bereits verschiedene Arbeiten über den Vergleich der bei ING und Pyelogramm erhaltenen Befunde veröffentlicht worden (1, 13, 14 u.a.).
So haben FEINE, NIETH u. Mitarb. gefunden, daß einem normalen ING in 93% ihrer untersuchten Fälle ein normales i.v.Pyelogramm entsprach; sie erhielten jedoch bei normalem Pyelogramm nur in 69% der Fälle auch ein normales ING (1). -
Das ING sagt frühzeitiger etwas über einen vorhandenen Parenchymschaden aus, da dieser erst röntgenologisch diagnostiziert werden kann, wenn er einen makroskopisch sichtbaren Befund im Sinne einer Veränderung am Pyelon hervorgerufen hat.

Die bereits früher auftretenden klinischen Erscheinungen, die bei Kindern auf ein pathologisches Geschehen an den Nieren hinweisen, sind in rezidivierenden Pyurien, Dystrophie, unklaren Fieberschüben, Enuresis, einer Retention harnpflichtiger Substanzen im Blut u.a. zu suchen. Ebenso dient der Ausfall der verschiedenen

Nierenfunktionsproben als Kriterium (Clearencemethode, Phenolrotprobe, Volhardscher Durstversuch).
Diese Hinweise erlauben aber noch keine seitengetrennte Beurteilung von rechter und linker Niere, und eine vorübergehende Kompensation durch die gesunde Niere ist durchaus möglich.

Uns interessierte in diesem Zusammenhang vor allem das morphologische Verhalten der Nieren bei seitendifferenter Funktion.
Dazu werden die Meßwerte derjenigen Nieren, deren ING eine pathologische Aktivitätskurve in Initial-, Funktions- und/oder Abflußphase ergeben hat, mit den Mittelwerten der genannten Meßreihen verglichen, da ein klinisch gesundes Vergleichskollektiv nicht zur Verfügung stand.
Um den Vergleich durch eine graphische Darstellung veranschaulichen zu können, nehmen wir folgende Einteilung vor:

> Der zu jeder Altersgruppe gehörige Mittelwert der Meßreihen Gesamt- und Parenchymfläche ($\bar{x}$ von Gesamt- und Parenchymfläche, jeweils für Altersklasse I-XIV) wird als 100% genommen. Eine Niere, deren Maße von diesem altersabhängigen Mittelwert abweicht, wird dann entsprechend in eine höhere bzw. tiefere Prozentgruppe eingeordnet.

Ein Beispiel:

Der Mittelwert für die Gesamtfläche beträgt in der Altersgruppe XI (97-120 Monate) 40,42 cm^2 = 100%. Mißt die Nierenfläche eines 99 Monate alten Kindes 37,0 cm^2, so gehört sie zur Gruppe der 90-100%, da diese Werte bis zu (40,4 - 4,04) = 36,36 cm^2 enthält.

Die Anzahl der Nieren wird gegen diese Prozentgruppen aufgetragen, und zwar für jede Meßreihe getrennt in:

a.) Nieren mit einseitig pathologischem ING

b.) deren gesunde Gegenseite

c.) Nierem mit normalem ING

d.) Nieren mit beidseitig pathologischem ING

Die hellen Säulen stellen eine Verteilung aller Altersklassen dar, in den gestrichelten Säulen sind nur Kinder älter als 72 Monate zusammengefasst.

Wir erwarten, daß die pathologischen Nieren infolge abgelaufener Entzündungen geschrumpft oder im Wachstum zurückgeblieben sind. Die Gegenseite, so nehmen wir an, wird als Kompensation hierzu hypertrophieren.

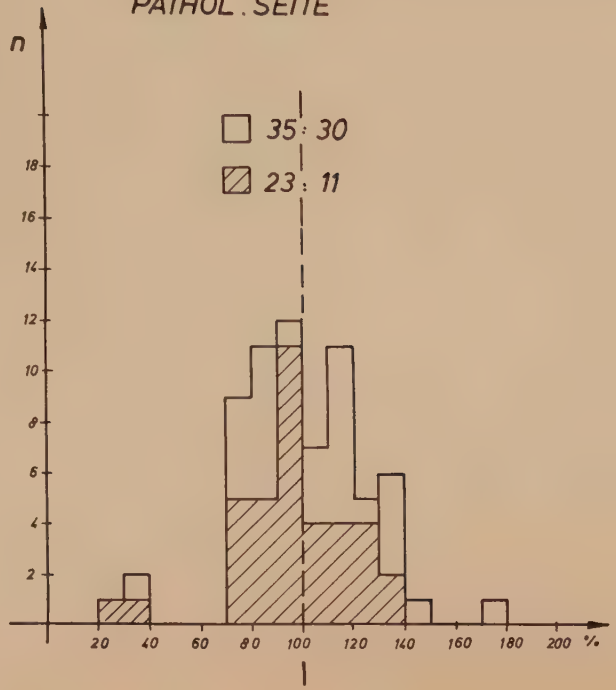
Wir erhielten die in Abb. 3 - 6 dargestellten Ergebnisse.

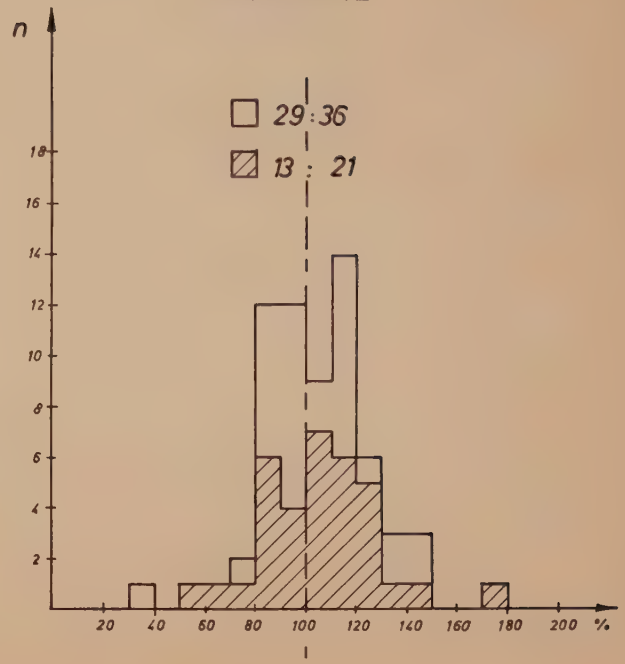
GESAMTFLÄCHE DER EINZELNEN NIERE

□ = 1-168 MONATE

▨ = 73-168 MONATE

ABB.3



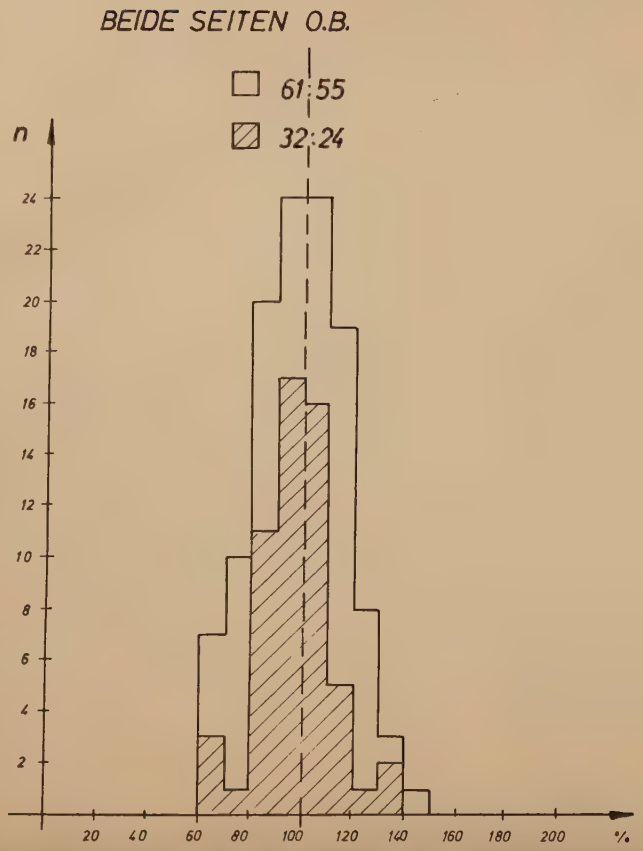


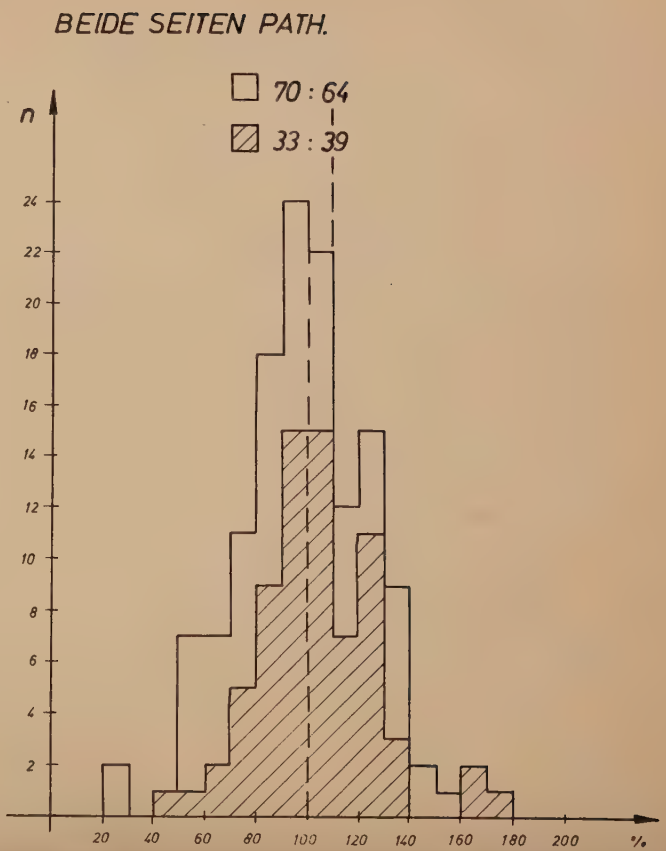
GESAMTFLÄCHE DER EINZELNEN NIERE

□ = 1-168 MONATE

▨ = 73-168 MONATE

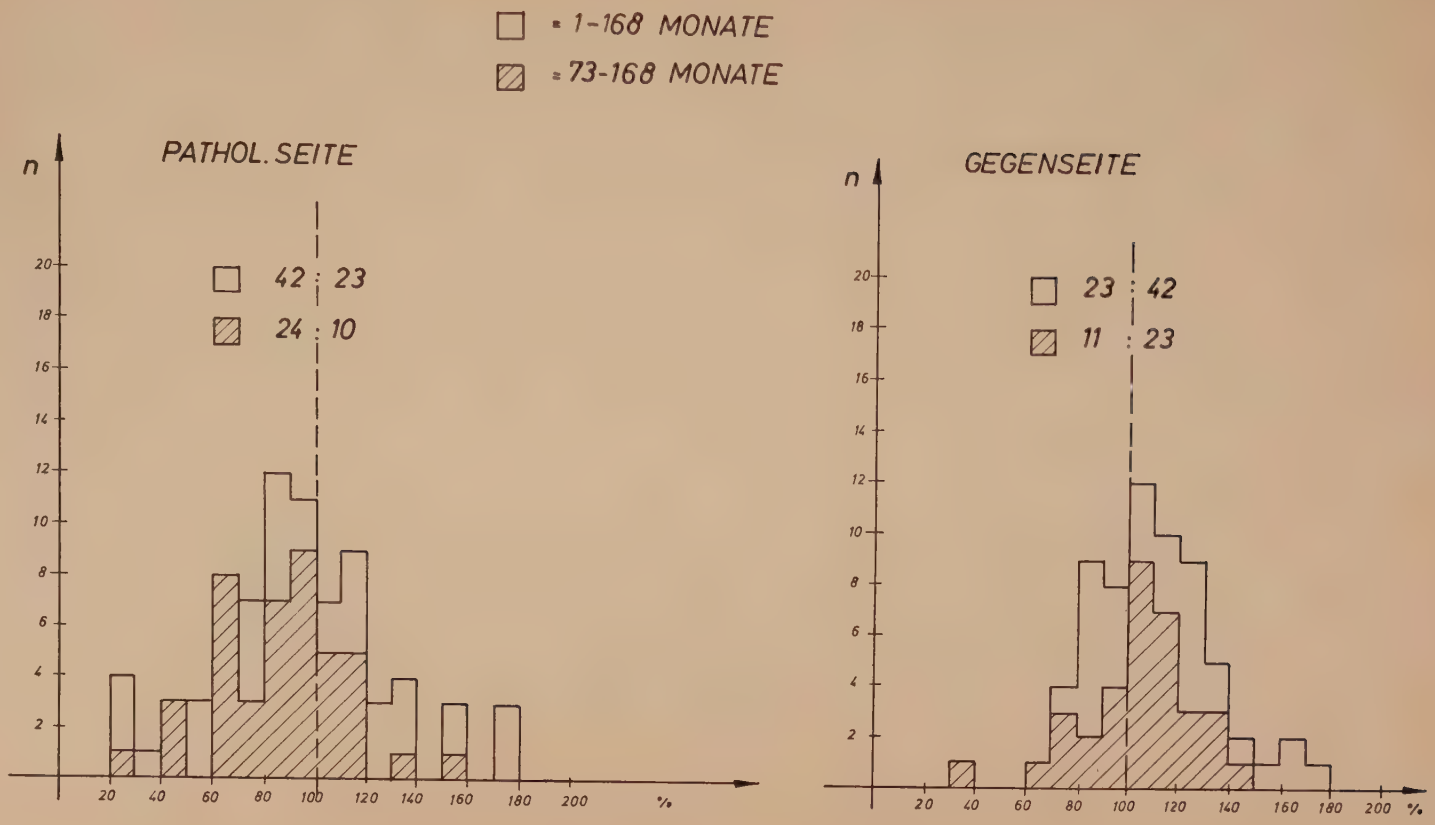
ABB.4





FLÄCHE DES NIERENPARENCHYMS DER EINZELNEN NIERE

ABB.5



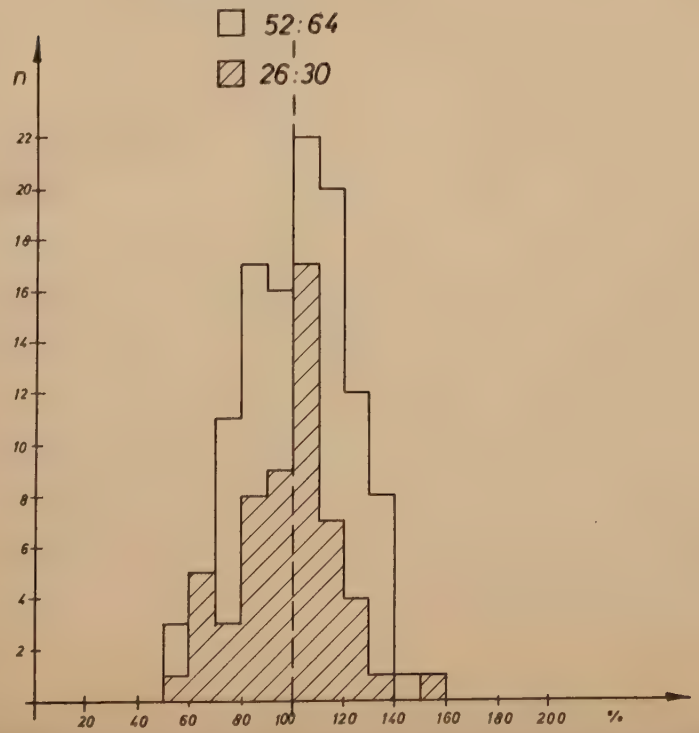
FLÄCHE DES NIERENPARENCHYMS DER EINZELNEN NIERE

ABB.6

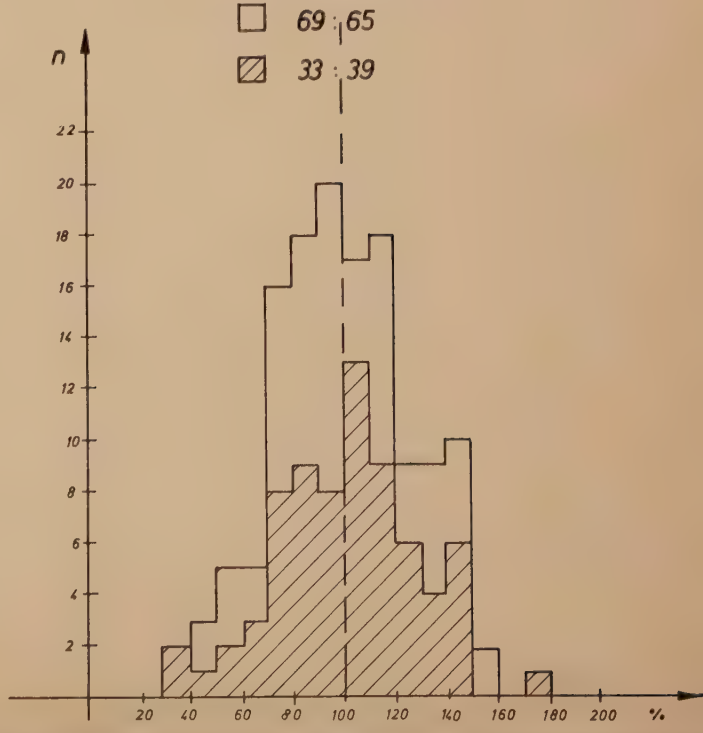
□ = 1–168 MONATE

▨ = 73–168 MONATE

BEIDE SEITEN QB.



BEIDE SEITEN PATHOL.



Als Differentialdiagnose zur kompensatorisch hypertrophierten Niere sind Hydronephrose, Cystenniere oder anomale Duplikaturen zu beachten. Diese Fehlerquelle wird durch die Messung des Parenchymanteils an der Gesamtnierenfläche weitgehend ausgeschlossen. Daher betrachten wir im weiteren nur diese Meßreihe. -

Der relative Anteil des Parenchyms an der Gesamtfläche, ausgedrückt durch den Quotienten Gesamtfläche/Parenchym (s. S.8), verschiebt sich bei pathologischen Verhältnissen naturgemäß ebenfalls.

Wir erhalten bei

Hydronephrosen:	Werte > 1,37	da die Gesamtfläche unverändert bleibt, das Parenchym aber verdrängt wird durch ein vergrößertes Pyelon
Schrumpfnieren:	Werte > 1,37	da das Pyelon unverändert bleibt, das geschrumpfte Parenchym jetzt also einen kleineren Anteil der

ebenfalls geschrumpften Gesamtfläche darstellt als normalerweise.

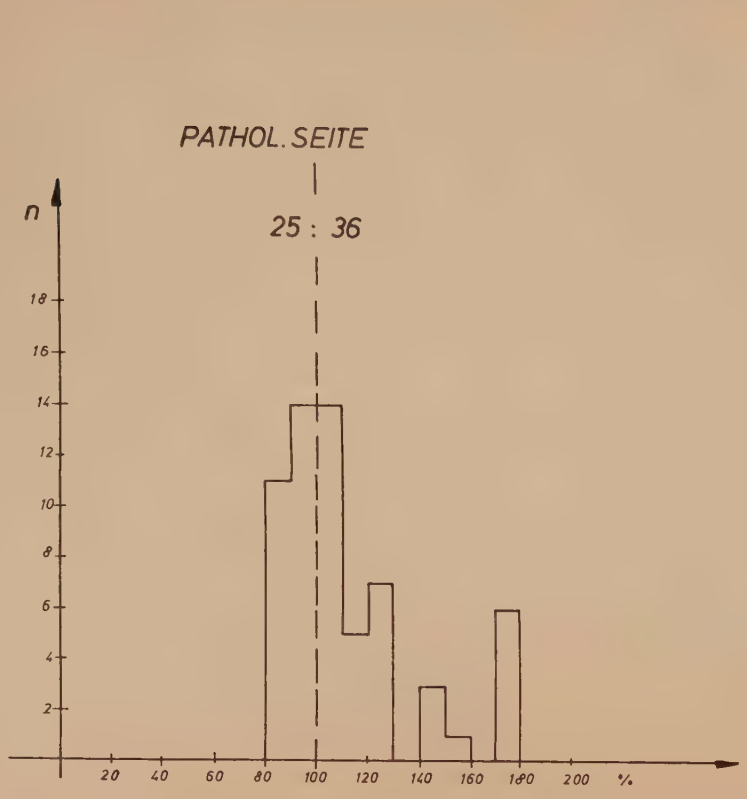
kompensatorische Hypertrophie: Werte < 1,37 da das unveränderte Kelchsystem jetzt relativ zu klein ist, das Parenchym hier also einen zu großen Anteil ausmacht.

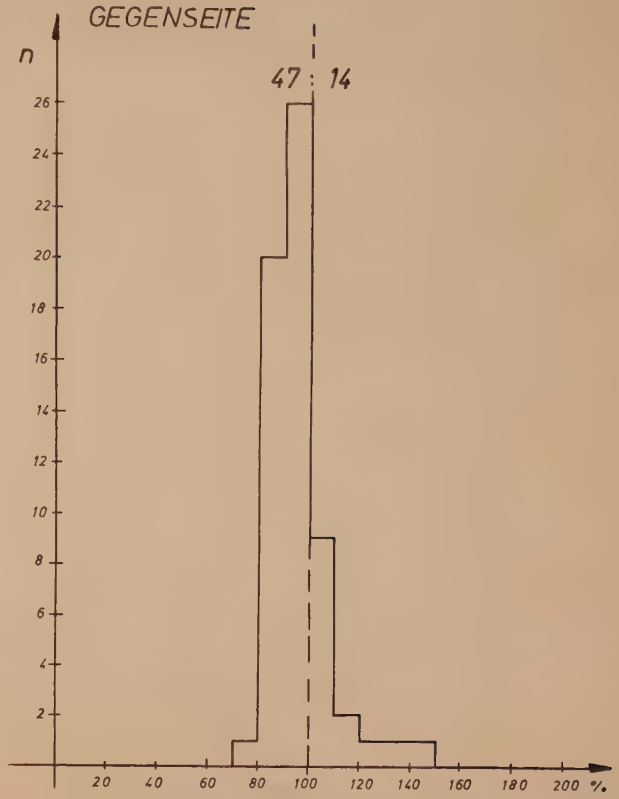
Trägt man die Quotienten von pathologischer Niere und Gegenseite in derselben Art wie die in Abb. 3-6 gemessenen Flächenwerte auf, (Abszisse: Prozentgruppen, Ordinate: Anzahl der gefundenen Werte), so erhält man das in Abb. 7 dargestellte Ergebnis.

QUOTIENT F_{Gas} / PARENCHYM EINER EINZELNEN NIERE

ABB.7

□ = 1 – 168 MONATE





D. Diskussion der Ergebnisse.

Unser Untersuchungsmaterial setzte sich aus den i.v. Pyelogrammen von 576 Kindern im Alter von 1-168 Monaten (0-14 Jahren) zusammen. Die Verteilung auf die verschiedenen Altersklassen ließ sich nicht ganz gleichmäßig vollziehen, es überwiegen zahlenmässig die Gruppen der Altersklassen VIII-XI (37-120 Monate). Diese ungleiche Verteilung hat jedoch auf unsere Untersuchung keinen nennenswerten Einfluß.

Es war von uns zu untersuchen, ob folgende Annahmen zutreffen:

A: Mit fortschreitendem Lebensalter nehmen gesunde Nieren nach einer bestimmten Gesetzmäßigkeit an Länge, Breite und Fläche zu.

Es gibt für jede Altersstufe einen Normbereich bezüglich der Nierenmaße.

B: Chronisch entzündlich veränderte Nieren fallen aus diesem Normbereich der ihnen zugehörigen Altersklassen infolge Schrumpfung oder Wachstumsstillstand heraus. Die Gegenseite antwortet mit einer kompensatorischen Hypertrophie.

Diese anfangs gestellten Fragen sollen anhand unserer Untersuchung beantwortet und diskutiert werden.

Die Entscheidung, ob eine Niere als gesund oder pathologisch angesehen werden sollte, wurde durch den betreffenden ING-Befund gefällt.

ad A:

Man findet einen altersabhängigen Anstieg der Werte von Länge, Breite und Fläche. Die Parenchymfläche vergrößert sich im Vergleich hierzu nur langsam. Der Anstieg ist jedoch in keinem der Fälle kontinuierlich. HODSON u. Mitarb. erhielten bei einer ähnlichen Untersuchung folgendes Ergebnis, wobei sie jedoch nur Pyelogramme von gesunden Kindern verwandten (5):

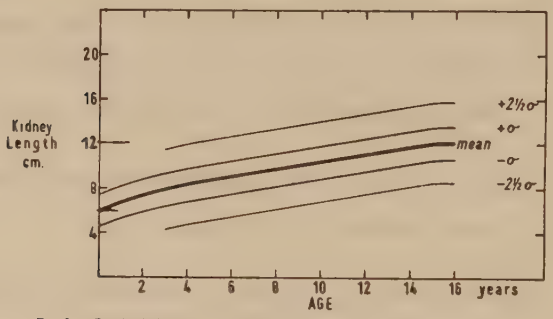


FIG. 3a.—Graph of kidney length against age: 0-16 years, male and female together.

Sie gelangten zu der Schlußfolgerung, daß bei Kindern eine strenge Gesetzmäßigkeit zwischen Alter, Körpergröße und Nierenlänge besteht (5). Die Länge der Niere sei ein guter Maßstab für die Nierengröße, diese wiederum hänge weitgehend von der Körpergröße des Kindes ab.

Ihre Darstellung der Körpergröße in Abhängigkeit vom Alter zeigt folgende Kurve:

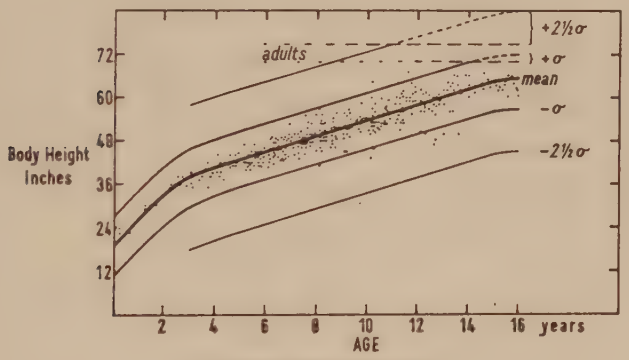


FIG. 2.—Graph of height of child against age.

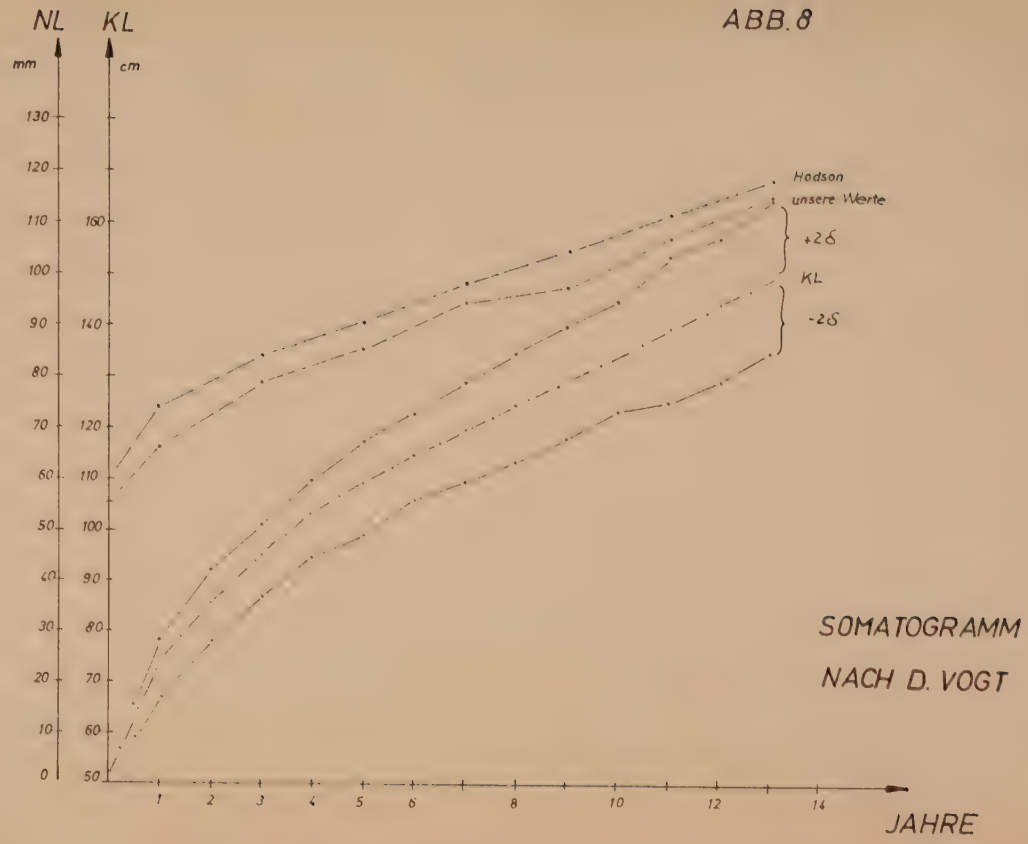
HODSON liegt mit den von ihm gemessenen Nierenlängen im Ganzen 5-10% über den von uns gemessenen. Einen Vergleich hinsichtlich der Zuwachsraten zeigt folgende Tabelle:

Tabelle 3:

	unsere Werte			HODSON		
Alter	durchschn. Nierenlänge	Zunahme in mm/	in%	durchschn. Nierenlänge	Zunahme in mm/	in%
0 Jahre	55,48			60,0		
bis 2 Jahre	66,58	11,1	20	74	14	23
im 2.-4. Jahr	79,38	12,8	19	84	10	13
im 4.-6. Jahr	85,13	5,7	7	91	7	8
im 6.-8. Jahr	95,02	9,9	12	98	7	8
im 8.-10. J.	97,97	2,9	3	105	7	7
im 10.-12.J.	107,45	9,5	10	112	7	7
im 12.-14.J.	116,58	9,1	8	119	7	6

Um diese Zuwachsraten mit dem Körperlängenzuwachs vergleichen zu können, entnahmen wir aus dem Somatogramm von D. Vogt die durchschnittliche Körperlänge für die betreffenden Altersstufen und projizierten in das so erhaltene Schaubild die Kurven der Nierenlängen in Abhängigkeit vom Alter hinein (siehe Abb. 8).

ABB. 8



SOMATOGRAMM

NACH D. VOGT

Die von HODSON angegebene Korrelation zwischen Nierenlänge und Körpergröße konnten wir im Großen bestätigen, wobei jedoch bei uns die Werte der Nierenlänge um das 5. und das 9. Lebensjahr aus der Geraden herausfallen.

Die Begründung hierfür mag einmal in der Tatsache liegen, daß die zahlenmäßige Verteilung auf die verschiedenen Gruppen bei uns ungleich war. Andererseits darf nicht übersehen werden, daß unsere Aufstellung kranke und gesunde Nieren enthält, wobei eventuell gerade das Alter, in dem wir ein verlangsamtes Nierenwachstum feststellten, entscheidend durch den pyelonephritischen Befund beeinflußt wird. Denn gerade in diesem Alter beginnt eine frühkindliche Pyelonephritis im Wachstumsstillstand der Niere manifest zu werden (siehe weiter unten).-

Das von uns berechnete Verhältnis von Gesamtfläche zu Parenchym beträgt, wie weiter oben bereits erwähnt, 1,37 : 1 (Mittelwert), der Vertrauensintervall (1,37±0,31) : 1.
Dieser Wert ist altersunabhängig und bei gesunden Nieren relativ konstant. Man erhält bei Hydronephrosen und Schrumpfnieren einen Quotienten > 1,37, bei kompensatorisch hypertrophierten Nieren einen Quotienten < 1,37, was sich aus den veränderten Größenverhältnissen erklärt.

ad B:

Auf Grund der verhältnismäßig geringen Population der einzelnen Kollektive läßt sich nur in einem Teil der Fälle eine statistische Signifikanz zwischen den Werten von pathologischen Nieren und deren Gegenseite nachweisen.

Wir teilten die in Abb. 5 dargestellte Gesamtzahl der Nieren ein in

Gruppe 1: Anzahl der Nieren, deren Parenchymfläche im Bereich der Norm lag (90 - 110%)

Gruppe 2: Anzahl derer, die darunter lagen (< 90%)

Gruppe 3: Anzahl derer, die darüber lagen (> 110%)

Eine statistischen Signifikanz mit $p < 0,05$ zwischen pathologischer Niere und Gegenseite ließ sich zwischen Gruppe 1 und 3 bei der altersabhängigen Verteilung und zwischen Gruppe 1 und 2 bei der altersunabhängigen Verteilung nachweisen.

Nimmt man jedoch als Grenzwert den Mittelwert (= 100%), so erkennt man schon bei der altersunabhängigen Verteilung, daß eine kranke Niere bezüglich ihrer Größe häufiger unter der Norm liegt, die zugehörige gesunde Niere dagegen eher größer ist, als es der Norm entspricht:

pathologische Seite: 64,6% < Mittelwert

35,4% > Mittelwert

Gegenseite: 35,4% < Mittelwert
64,6% > Mittelwert

Dieses Ergebnis in % bezieht sich jeweils auf die Gesamtzahl der in dieser Verteilung gefundenen Nieren, auch hier nur auf die Parenchymfläche bezogen. (Die genaue Übereinstimmung der Zahlen ist Zufall.)

Noch deutlicher wird dieses Ergebnis bei der Verteilung, die nur Nieren von Kindern älter als 72 Monate enthält. Hier liegen auf der pathologischen Seite

70,5% unter dem Mittelwert
29,5% über dem Mittelwert

und auf der Gegenseite

32,3% unter dem Mittelwert
67,7% über dem Mittelwert

Somit ist auch unsere zweite Erwartung eingetroffen: Pathologisch veränderte Nieren, die anhand des ING-Befundes als solche erkannt wurden, liegen mit ihren Maßen deutlich unter der ihnen altersmäßig zugehörigen Norm, ihre Gegenseite ist durch die vermehrt anfallende Funktionsarbeit altersgemäß zu groß.

Die deutlicher werdende Trennung bei Kindern älter als 72 Monate, versuchten wir wie folgt zu erklären:

Fast die Hälfte aller Harnwegsinfekte fällt in die ersten beiden Lebensjahre, im Vorschulalter nehmen

sie an Häufigkeit ab und verschwinden fast ganz im Schulalter, um in der Pubertät wieder langsam zuzunehmen (8). Diese Gesetzmäßigkeit, in Verbindung mit unserem Ergebnis, läßt erkennen, daß röntgenologisch darstellbare Abweichungen der Nierengröße bei chronischer Pyelonephritis demnach erst einige Jahre nach Beginn der Erkrankung zu erwarten sind. Wird bei Kleinkindern eine dem Alter entsprechend zu kleine Niere gefunden, so kann mit größter Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß es sich um eine angeborene Nierenhypoplasie handelt.

Andererseits schreibt LINNEWEH (8), daß es sich "bei den atrophischen Nieren, die man jenseits des Säuglingsalters findet, selbst histologisch schwer entscheiden läßt, ob die Nieren angeboren atrophisch waren und deshalb infiziert wurden, oder ob die Nieren bei der Geburt intakt waren und infolge einer sehr frühzeitigen Infektion ihr Wachstum eingestellt haben." Der Begriff "atrophisch" wurde hier wohl im Sinne von "hypoplastisch" gebraucht, da nur dann überhaupt eine Infektion möglich ist.

E. Therapeutische Aspekte.

HODSON u. Mitarb. stellen in ihrer Untersuchung fest (5), daß man bei einseitigem Befall der Nieren aus der Größe der betroffenen Niere sowie dem Grad der Hypertrophie auf der gesunden Gegenseite in vielen Fällen recht genau den Beginn der Erkrankung festlegen kann.

Doch dies ist dann nur noch von rein theoretischem Interesse. Wichtig ist, eine Pyurie wenn möglich schon bei ihrem ersten Auftreten zu diagnostizieren und zu behandeln; zumindest aber sorgfältige Überwachung beim ersten Schub von chronischer Pyelonephritis zu verlangen, da sonst dem Patienten eine lebenslange Palliativbehandlung und die bei dem irreparablen Parenchymschaden stets drohenden Komplikationen bevorstehen (8).

Im allgemeinen besteht die Therapie der akuten Pyurie in einer ausreichend langen Chemotherapie, bei der chronischen P. ist eine Langzeittherapie angezeigt. Liegen Harnwegsobstruktionen vor, so muß operativ vorgegangen werden. In beiden Fällen ist eine mehrmalige Sedimentkontrolle und bakteriologische Überprüfung wichtig: der quantitative Leukozyten- und Bakterienbefund, Phenolrottest, Temperatur u.a. werden als Kriterien herangezogen (7,9).
Doch der Erfolg jeder Behandlung zeigt sich nicht nur im Fehlen klinischer Symptome, sondern auch im normalen Wachstum der Nieren (4), und andererseits wird jede

dem Alter entsprechend zu kleine kindliche Niere hinsichtlich der Prognose als äußerst ernst bewertet werden müssen.

F. Zusammenfassung

Es wurden 576 willkürlich ausgewählte i.v. Pyelogramme von Kindern im Alter von 1-168 Monaten untersucht hinsichtlich Länge, Breite, Gesamtfläche und Parenchymfläche der Nieren. Die Ergebnisse wurden graphisch dargestellt.

Bei 190 Kindern wurde zum Zeitpunkt des Pyelogramms ein ING gemacht. Seine Methode und Deutung wird besprochen.

Bestehende Nephropathien bei Kindern, die mit dem Ausscheidungsurogramm untersucht worden waren, wurden durch das ING beurteilt.
Die Meßgrößen einseitig pathologischer Nieren werden der Gegenseite gegenübergestellt.

Es zeigt sich, daß

a.) Nieren mit pathologischem ING überwiegend kleiner sind als es der Norm entspricht (aktiver Schrumpfprozeß oder gestörtes Wachstum)

b.) ihre "gesunde" Gegenseite kompensatorisch hypertrophiert.

Beide Befunde treten deutlicher bei Kindern älter als 72 Monate zutage.
Die erhaltenen Ergebnisse werden diskutiert.

Literaturverzeichnis:

(1) FEINE, U., NIETH, H., DÜRR, F., WEBER, V.:
Das Radioisotopennephrogramm im Vergleich zu anderen Nierenuntersuchungen.
Ergebn. Labor-Med. 3: 145-160 (1967).

(2) GARNETT, E.S.: A trial of the radioisotope renogramm.
British Journal of Urology 36, No. 3, 332-339, (1964).

(3) HODSON, C.J.: The Radiological Diagnosis of Pyelonephritis.
Proc. Roy. Soc. Med. 52, 669-672 (1959).

(4) HODSON, C.J.: Pyelonephritis in children.
Ann. Radiol. 7, 355-359, (1964).

(5) HODSON, C.J., DREWE, J.A., KARN, M.N. and KING, A.:
Renal size in normal children. A radiographic study during life.
Arch. Dis. Childhood 37, 616-622, (1962).

(6) KARN, M.N.: Radiographic measurements of kidney section area.
Ann. Hum.Gent., London 25, 379-385, (1962).

(7) KELLER-WISKOTT: Lehrbuch der Kinderheilkunde.
2. Auflage, Thieme-Verlag Stuttgart, 1966.

(8) LINNEWEH, F.: Zur Klinik der Harnwegsinfektionen. DMW 11, 369-372, (1957).

(9) LINNEWEH, F.: Zur Klinik der Harnwegsinfektionen. DMW 19, 765-767, (1957).

(10) LOSSE, H., KIENITZ, M.: Die Pyelonephritis. Thieme-Verlag, Stuttgart, 1966.

(11) RHOADS, P.S., BILLINGS, G.E., O'CONNOR, V.J.: J. Amer. Med. Ass. 148, (1952), 165. Zitiert nach LINNEWEH, F. (8).

(12) STANSFELD, J.M.: Proc. Roy. Soc. Med. 47, (1954)628. Zitiert nach LINNEWEH, F. (8).

(13) WEBER, V.: Die Stellung der Isotopennephrographie in der Diagnostik der internen Nierenerkrankungen mit einem experimentellen Beitrag zum Vergleich der renalen Extraktion des Jod-Hippurans und der PAH. Inaug.-Dissertation an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen, 1967.

(14) z.WINKEL, K.: Nierendiagnostik mit Radioisotopen. Thieme-Verlag Stuttgart, 1964.

Herrn Oberarzt Professor Dr. med. U. Feine und Herrn Dr. med. H. Fendel danke ich für die Überlassung des Themas.
Ich bin Herrn Oberarzt Dr. Feine für die wertvollen Anregungen bei der Arbeit und Herrn Dr. Fendel für seine freundliche Hilfe beim Zusammenstellen des Materials sehr dankbar.

Lebenslauf

Am 17. September 1944 wurde ich, Silke Madee geb. Löwisch, als Tochter des Vizeadmiral a.D. Werner Löwisch und seiner Ehefrau Ilse, geb. Wiese, in Meran (Italien) geboren.
Meine Staatsangehörigkeit ist deutsch. Ich bin seit März 1967 verheiratet mit Dr. med. Wolfgang Madee.
1951 trat ich in Oldenburg/O. in die Grundschule ein, beendete diese 1955 in Tübingen und besuchte von 1955 bis 1964 das Wildermuthgymnasium Tübingen.
Nach dem Abitur im Februar 1964 begann ich im SS 1964 mit dem Medizinstudium an der Universität Tübingen. Hier bestand ich im April 1965 die naturwissenschaftliche Vorprüfung und im September 1966 die ärztliche Vorprüfung. Im WS 1966/67 studierte ich an der Universität Hamburg. Mit Beginn des SS 1967 immatrikulierte ich mich wieder an der Universität Tübingen und beendete hier die klinischen Semester mit dem Medizinischen Staatsexamen im Juli 1970.